

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-167813

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

G06F 13/00  
H04N 5/765  
H04N 7/173

(21)Application number : 2001-365463

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.2001

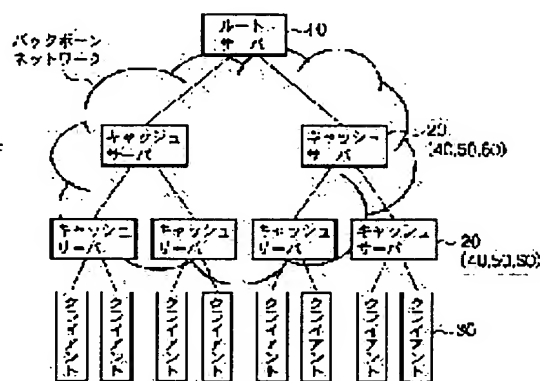
(72)Inventor : HIRAKA KANJI

## (54) STREAM DATA STORING AND DISTRIBUTING METHOD AND SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the stream data storing distributing method and system capable of shortening a waiting time for a user while inhibiting the lowering of the storage capacity required to a server.

**SOLUTION:** When a part of the stream data S is stored in a downstream server 20 of a second stage or lower, a process [1A] for dividing the i stream data into a leading part data and the remaining part data by a server of the i stage, a process [1B] for transmitting the leading part data of the i stream data to a server of the (i+1) stage by the server of the i stage, and a process [1C] for holding the received leading part data by the server of the (i+1) stage as the (i+1) stream data, are performed. In the process [1A],  $PiH \geq TiT$  is satisfied when a replay time by a client, of the leading part data of the i stream data is  $PiH$ , and a time necessary for transmitting the remaining part data of the i stream data from the server of the i stage to the server of the (i+1) stage is  $TiT$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-167813

(P2003-167813A)

(43) 公開日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テーマコード(参考)        |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------|
| G 0 6 F 13/00             | 5 2 0 | G 0 6 F 13/00 | 5 2 0 C 5 C 0 5 3 |
|                           | 5 4 0 |               | 5 4 0 B 5 C 0 6 4 |
| H 0 4 N 5/765             |       | H 0 4 N 7/173 | 6 1 0 A           |
| 7/173                     | 6 1 0 | 5/91          | L                 |

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-365463(P2001-365463)

(22) 出願日 平成13年11月30日 (2001.11.30)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 平岡 冠二

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(74) 代理人 100083840

弁理士 前田 実 (外1名)

Fターム(参考) 5C053 GA11 GB37 LA15

5C064 BA07 BB05 BC10 BC18 BC20

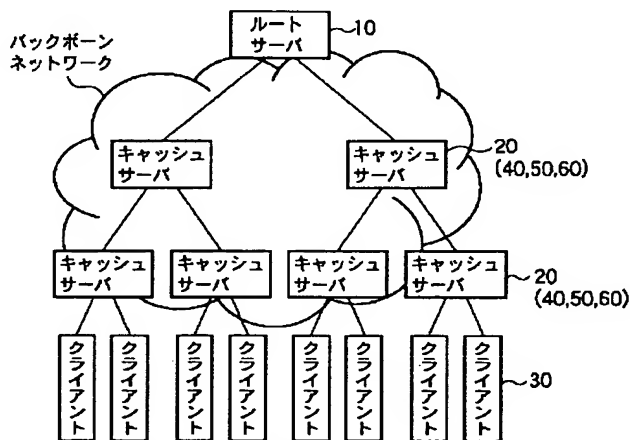
BD02 BD08 BD09

(54) 【発明の名称】 ストリームデータの蓄積・配信方法及びストリームデータの蓄積・配信システム

(57) 【要約】

【課題】 サーバに要求される蓄積容量を低く抑えつつ、ユーザの待ち時間を短縮できるストリームデータの蓄積・配信方法及びシステムを提供する。

【解決手段】 ストリームデータSの一部を第2段以下の下流サーバ20に蓄積する際に、[1A] 第i段サーバが第iストリームデータを先頭部分データと残り部分データに分割する処理、[1B] 第i段サーバが、第iストリームデータの先頭部分データを第(i+1)段サーバに送信する処理、[1C] 第(i+1)段サーバが、受信した先頭部分データを第(i+1)ストリームデータとして保持する処理を行う。処理[1A]において、第iストリームデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間を $P_{iH}$ とし、第iストリームデータの残り部分データを第i段サーバから第(i+1)段サーバまで転送するのに要する時間を $T_{iT}$ とした場合に、 $P_{iH} \geq T_{iT}$ を満たす。



第1～第4の実施形態のネットワーク構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ネットワーク上に階層的に配置された第 1 段から第  $m$  ( $m$  は 2 以上の整数) 段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信するストリームデータの蓄積・配信方法において、

第 1 段サーバが保持する第 1 ストリームデータの一部を第 2 段以下の下流サーバに蓄積する蓄積工程を有し、前記蓄積工程が、

$i = 1, 2, \dots, m-1$  のそれぞれについて行われる

〔1 A〕 第  $i$  段サーバの下流に第  $(i+1)$  段サーバが存在する場合に、第  $i$  段サーバが、自らが保持する第  $i$  ストリームデータを先頭部分データと残り部分データに分割する処理、

〔1 B〕 第  $i$  段サーバが、第  $i$  ストリームデータの先頭部分データを第  $(i+1)$  段サーバに送信する処理、及び、

〔1 C〕 第  $(i+1)$  段サーバが、受信した第  $i$  ストリームデータの先頭部分データを第  $(i+1)$  ストリームデータとして保持する処理を含み、

前記処理〔1 A〕において、第  $i$  ストリームデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間を  $P_{iH}$  とし、第  $i$  ストリームデータの残り部分データを第  $i$  段サーバから第  $(i+1)$  段サーバまで転送するのに要する時間を  $T_{iT}$  とした場合に、 $P_{iH} \geq T_{iT}$  を満たすことを特徴とするストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項 2】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに第 1 ストリームデータの再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する再生工程を有し、前記再生工程が、

〔2 A〕 第  $j$  段サーバが、自らが保持している第  $j$  ストリームデータを要求元クライアントに配信する処理、

〔2 B〕 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに第  $(j-1)$  から第 1 までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを要求して受け取る処理、及び、

〔2 C〕 前記処理〔2 A〕に続いて、第  $j$  段サーバが、受け取った第  $(j-1)$  から第 1 までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを第 1 ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項 3】 ネットワーク上に階層的に配置された第 1 段から第  $m$  ( $m$  は 2 以上の整数) 段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信するストリームデータの蓄積・配信方法において、

第 1 段サーバが保持する第 1 ストリームデータの一部を第 2 段以下の下流サーバに蓄積する蓄積工程を有し、

前記蓄積工程が、

$i = 1, 2, \dots, m-1$  のそれぞれについて行われる、

〔3 A〕 第  $i$  段サーバの下流に第  $(i+1)$  段サーバが存在する場合に、第  $i$  ストリームデータを複数個に分割して複数個の断片ファイルデータとする処理、

〔3 B〕 前記処理〔3 A〕において分割された複数個の断片ファイルデータのそれぞれを先頭部分データと残り部分データに分割する処理、

〔3 C〕 前記処理〔3 B〕において分割された複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを第  $(i+1)$  段サーバに送信する処理、及び、

〔3 D〕 第  $(i+1)$  段サーバが、受信した複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを、複数個の第  $(i+1)$  ストリームデータとして蓄積する処理を含み、

前記処理〔3 B〕において、第  $i$  ストリームデータを分割して得られた複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間をそれぞれ  $P_{iH1}, P_{iH2}, \dots, P_{iHn}$  とし、第  $i$  ストリーム

データを分割して得られた複数個の断片ファイルデータの残り部分データを第  $i$  段サーバから第  $(i+1)$  段サーバまで転送するのに要する時間をそれぞれ  $T_{iT1}, T_{iT2}, \dots, T_{iTn}$  とした場合に、 $P_{iH1} \geq T_{iT1}, P_{iH2} \geq T_{iT2}, \dots, P_{iHn} \geq T_{iTn}$  を満たすことを特徴とするストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項 4】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに第 1 ストリームデータの通常再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する通常再生工程を有し、前記通常再生工程が、

〔4 A〕 第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのうち時間的に最先の断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信する処理、

〔4 B〕 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに、複数個の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取る処理、及び、

〔4 C〕 前記処理〔4 A〕に続いて、第  $j$  段サーバが、複数個の断片ファイルデータの残り部分データと、第  $j$  段サーバが自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第 1 ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むことを特徴とする請求項 3 に記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項 5】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに第 1 ストリームデータの指定位置からの再生開始要求であるジャンプ再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する第 1 の特殊再生工程を有し、

前記第1の特殊再生工程が、

〔5A〕 第j段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのうち前記指定位置に時間的に最も近い断片ファイルデータを選択して、この選択された断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信する処理、

〔5B〕 第j段サーバが、第(j-1)段以上の上流サーバに前記選択された断片ファイルデータの残り部分データ及び前記選択された断片ファイルデータより時間的に後の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取る処理、及び、

〔5C〕 前記処理〔5A〕に続いて、第j段サーバが、受け取った断片ファイルデータの残り部分データと、第j段サーバが自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むことを特徴とする請求項3又は4のいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項6】 クライアントから第j (jは2以上m以下の整数) 段サーバに早送り再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第1ストリームデータを配信する第2の特殊再生工程を有し、

前記第2の特殊再生工程が、

第j段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に先のものから順に要求元クライアントに配信する処理を含むことを特徴とする請求項3から5までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項7】 クライアントから第j (jは2以上m以下の整数) 段サーバに早戻し再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第1ストリームデータを配信する第3の特殊再生工程を有し、

前記第3の特殊再生工程が、

第j段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に後のものから時間の流れの逆順に要求元クライアントに配信する処理を含むことを特徴とする請求項3から6までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項8】 〔8A〕 クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、

〔8B〕 この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、

〔8C〕 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、

〔8D〕 前記処理〔8B〕及び〔8C〕を上流にサーバがなくなるまで繰り返し、

〔8E〕 いずれかのサーバが持つ利用頻度が、自身が持っている閾値に達したときに、閾値に達した該当ストリームデータに関して、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない部分のデータを下流サーバに蓄積させることを特徴とする請求項1から7までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項9】 前記処理〔8E〕と並行して、前記一つ下流のサーバ以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることを特徴とする請求項8に記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項10】 〔10A〕 クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、

〔10B〕 この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、

〔10C〕 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、

〔10D〕 前記処理〔10B〕及び〔10C〕を上流にサーバがなくなるまで繰り返し、

〔10E〕 それぞれのサーバが複数の閾値と、これら複数の閾値のそれぞれに対応する複数の断片ファイルデータ情報を持っており、前記上流サーバが持つ利用頻度が、前記上流サーバが予め持っている複数の閾値のいずれかに達するたびに、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない断片ファイルデータを、到達した閾値により決定される量だけ下流サーバに蓄積させることを特徴とする請求項3から7までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項11】 前記処理〔10E〕と並行して、前記一つ下流のサーバ以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることを特徴とする請求項10に記載のストリームデータの蓄積・配信方法。

【請求項12】 ネットワーク上に階層的に配置された第1段から第m (mは2以上の整数) 段までのサーバを有し、

第1段から第m段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信するストリームデータの蓄積・配信システムにおいて、

第1段から第m段までのサーバのそれぞれが、

第1段サーバが保持する第1ストリームデータの一部を第2段以降の下流サーバに蓄積する際に、

i = 1, 2, ..., m-1のそれぞれについて行われる、

〔12A〕 第i段サーバの下流に第(i+1)段サーバが存在する場合に、第i段サーバが、自らが保持する第iストリームデータを先頭部分データと残り部分データに分割し、

〔12B〕 第i段サーバが、第iストリームデータの

## 5

先頭部分データを第  $(i+1)$  段サーバに送信し、

〔12C〕 第  $(i+1)$  段サーバが、受信した第  $i$  ストリームデータの先頭部分データを第  $(i+1)$  ストリームデータとして保持し、

第1段から第 $m$ 段までのサーバのそれぞれが、前記処理

〔12A〕において、第  $i$  ストリームデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間を  $P_{iH}$  とし、第  $i$  ストリームデータの残り部分データを第  $i$  段サーバから第  $(i+1)$  段サーバまで転送するのに要する時間を  $T_{iT}$  とした場合に、 $P_{iH} \geq T_{iT}$  を満たすように構成されたことを特徴とするストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項13】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は2以上 $m$ 以下の整数) 段サーバに第1ストリームデータの再生用配信要求があったときに、

〔13A〕 第  $j$  段サーバが、自らが保持している第  $j$  ストリームデータを要求元クライアントに配信し、

〔13B〕 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに第  $(j-1)$  から第1までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを要求して受け取り、

〔13C〕 前記処理〔13A〕に続いて、第  $j$  段サーバが、受け取った第  $(j-1)$  から第1までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信することを特徴とする請求項12に記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項14】 ネットワーク上に階層的に配置された第1段から第 $m$  ( $m$  は2以上の整数) 段までのサーバを有し、

第1段から第 $m$ 段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信するストリームデータの蓄積・配信システムにおいて、

第1段から第 $m$ 段までのサーバのそれぞれが、

第1段サーバが保持する第1ストリームデータの一部を第2段以下の下流サーバに蓄積する際に、

$i = 1, 2, \dots, m-1$  のそれぞれについて行われる、

〔14A〕 第  $i$  段サーバの下流に第  $(i+1)$  段サーバが存在する場合に、第  $i$  ストリームデータを複数個に分割して複数個の断片ファイルデータとし、

〔14B〕 前記処理〔14A〕において分割された複数個の断片ファイルデータのそれぞれを先頭部分データと残り部分データに分割し、

〔14C〕 前記処理〔14B〕において分割された複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを第  $(i+1)$  段サーバに送信し、

〔14D〕 第  $(i+1)$  段サーバが、受信した複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを、複数個の第  $(i+1)$  ストリームデータとして蓄積し、

第1段から第 $m$ 段までのサーバのそれぞれが、

前記処理〔14B〕において、第  $i$  ストリームデータを

## 6

分割して得られた複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間をそれぞれ  $P_{iH1}, \dots, P_{iHn}$  とし、第  $i$  ストリームデータを分割して得られた複数個の断片ファイルデータの残り部分データを第  $i$  段サーバから第  $(i+1)$  段サーバまで転送するのに要する時間をそれぞれ  $T_{iT1}, \dots, T_{iTn}$  とした場合に、 $P_{iH1} \geq T_{iT1}$ 、 $P_{iH2} \geq T_{iT2}$ 、 $\dots$ 、 $P_{iHn} \geq T_{iTn}$  を満たすように構成されたことを特徴とするストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項15】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は2以上 $m$ 以下の整数) 段サーバに第1ストリームデータの通常再生用配信要求があったときに、

〔15A〕 第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのうち時間的に最先の断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信し、

〔15B〕 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに、複数個の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取り、

〔15C〕 前記処理〔15A〕に続いて、第  $j$  段サーバが、複数個の断片ファイルデータの残り部分データと、第  $j$  段サーバが自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信することを特徴とする請求項14に記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項16】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は2以上 $m$ 以下の整数) 段サーバに第1ストリームデータの指定位置からの再生開始要求であるジャンプ再生用配信要求があったときに、

〔16A〕 第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのうち前記指定位置に時間的に最も近い断片ファイルデータを選択して、この選択された断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信し、

〔16B〕 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに前記選択された断片ファイルデータの残り部分データ及び前記選択された断片ファイルデータより時間的に後の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取り、

〔16C〕 前記処理〔16A〕に続いて、第  $j$  段サーバが、受け取った断片ファイルデータの残り部分データと、第  $j$  段サーバが自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信することを特徴とする請求項14又は15のいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項17】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は2以上 $m$ 以下の整数) 段サーバに早送り再生用配信要求があった

10

20

30

40

50

ときに、

第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に先のものから順に要求元クライアントに配信することを特徴とする請求項 14 から 16 までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項 18】 クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに早戻し再生用配信要求があったときに、

第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に後のものから時間の流れの逆順に要求元クライアントに配信することを特徴とする請求項 14 から 17 までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項 19】 [19A] クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、

[19B] この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、

[19C] 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、

[19D] 前記処理 [19B] 及び [19C] を上流にサーバがなくなるまで繰り返す、

[19E] いずれかのサーバが持つ利用頻度が、自身が持っている閾値に達したときに、閾値に達した該当ストリームデータに関して、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない部分のデータを下流サーバに蓄積させることを特徴とする請求項 12 から 18 までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項 20】 前記処理 [19E] と並行して、前記一つ下流のサーバ以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることを特徴とする請求項 19 に記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項 21】 [21A] クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、

[21B] この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、

[21C] 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、

[21D] 前記処理 [21B] 及び [21C] を上流にサーバがなくなるまで繰り返す、

[21E] それぞれのサーバが複数の閾値と、これら複数の閾値のそれぞれに対応する複数の断片ファイルデ

ータ情報を持っており、前記上流サーバが持つ利用頻度が、前記上流サーバが予め持っている複数の閾値のいずれかに達するたびに、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない断片ファイルデータを、到達した閾値により決定される量だけ下流サーバに蓄積させることを特徴とする請求項 14 から 18 までのいずれかに記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【請求項 22】 前記処理 [21E] と並行して、前記一つ下流のサーバ以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることを特徴とする請求項 21 に記載のストリームデータの蓄積・配信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動画データや音声データ等のような時系列データ（以下「ストリームデータ」という。）を複数のサーバに分散配置（「蓄積」又は「キャッシュ」ともいう。）し、ネットワークを介してクライアントに配信するストリームデータの蓄積・配信方法及びストリームデータの蓄積・配信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、MPEG 等のデータ圧縮技術によって圧縮された動画データや音声データをサーバの蓄積装置（記憶装置）内に蓄積し、ネットワークを介してクライアント（ユーザ）に配信するコンテンツ配信サービスが利用可能となっている。また、ユーザが利用するネットワークもブロードバンド化が進み、常時接続環境が整備されてきた。このため、今後も、映画やライブ映像等の大容量コンテンツの配信によりネットワークのトラフィック量の増加が予想される。

【0003】ネットワークのバックボーンはトラフィック量の増加に伴って増強されているが、ネットワークの伝送能力には限界がある。このため、ユーザの要求を満たす転送品質を維持するにはコンテンツデータをネットワーク上の複数のサーバに分散配置し、バックボーンネットワークにおけるトラフィック量を軽減させる必要がある。このような技術は、インターネットを利用したコンテンツ配信サービスにおいて既に採用されており、例えば、米国特許第 6, 108, 703 号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ストリームデータをユーザに近い多数のキャッシュサーバ（ネットワークのエッジ）に蓄積（キャッシュ）しておくことにより、ユーザへの応答を速くし、バックボーンのトラフィック量を軽減するためには、大容量の蓄積装置を各キャッシュサーバ内に設置しなければならず各キャッシュサーバの価格（その結果、蓄積・配信システム全体の設備コスト）が非常に高くなってしまふ。逆に、各キャッシュサーバの蓄積装置の蓄積容量を小さくした場合

には、各キャッシュサーバの価格（その結果、蓄積・配信システム全体の設備コスト）を軽減できるが、ユーザからのリクエストに対するキャッシュサーバにおけるヒット率（以下「キャッシュヒット率」ともいう。）が低下し、上流サーバからストリームデータの送信を受ける頻度が増加するため、バックボーンのトラフィック量が増加し、ユーザへの応答が遅くなる。要約すれば、ヒット率の向上及び待ち時間の短縮のためにキャッシュサーバの蓄積容量を大きくすれば設備コストが増大し、逆に、設備コスト削減のためにキャッシュサーバの蓄積容量を小さくすればトラフィック量が増加し、ユーザの待ち時間が長くなってしまふという問題があった。

【0005】そこで、本発明は上記したような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、キャッシュサーバの蓄積容量を低く抑えつつ、ユーザの待ち時間を短縮できるストリームデータの蓄積・配信方法及びストリームデータの蓄積・配信システムを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係るストリームデータの蓄積・配信方法は、ネットワーク上に階層的に配置された第1段から第 $m$ （ $m$ は2以上の整数）段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信する方法であって、第1段サーバが保持する第1ストリームデータの一部を第2段以下の下流サーバに蓄積する蓄積工程を有し、前記蓄積工程が、 $i = 1, 2, \dots, m-1$ のそれぞれについて行われる、[1A] 第 $i$ 段サーバの下流に第 $(i+1)$ 段サーバが存在する場合に、第 $i$ 段サーバが、自らが保持する第 $i$ ストリームデータを先頭部分データと残り部分データに分割する処理、[1B] 第 $i$ 段サーバが、第 $i$ ストリームデータの先頭部分データを第 $(i+1)$ 段サーバに送信する処理、及び、[1C] 第 $(i+1)$ 段サーバが、受信した第 $i$ ストリームデータの先頭部分データを第 $(i+1)$ ストリームデータとして保持する処理を含み、前記処理[1A]において、第 $i$ ストリームデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間を $P_{iH}$ とし、第 $i$ ストリームデータの残り部分データを第 $i$ 段サーバから第 $(i+1)$ 段サーバまで転送するのに要する時間を $T_{iT}$ とした場合に、 $P_{iH} \geq T_{iT}$ を満たすことを特徴としている。

【0007】また、クライアントから第 $j$ （ $j$ は2以上 $m$ 以下の整数）段サーバに第1ストリームデータの再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第1ストリームデータを配信する再生工程を有し、前記再生工程が、[2A] 第 $j$ 段サーバが、自らが保持している第 $j$ ストリームデータを要求元クライアントに配信する処理、[2B] 第 $j$ 段サーバが、第 $(j-1)$ 段以上の上流サーバに第 $(j-1)$ から第1までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを要求して受け取

る処理、及び、[2C] 前記処理[2A]に続いて、第 $j$ 段サーバが、受け取った第 $(j-1)$ から第1までのストリームデータのそれぞれの残り部分データを第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むようにすることができる。

【0008】また、他の発明に係るストリームデータの蓄積・配信方法は、ネットワーク上に階層的に配置された第1段から第 $m$ （ $m$ は2以上の整数）段までのサーバにストリームデータを蓄積し、ネットワークを介してクライアントに配信する方法であって、第1段サーバが保持する第1ストリームデータの一部を第2段以下の下流サーバに蓄積する蓄積工程を有し、前記蓄積工程が、 $i = 1, 2, \dots, m-1$ のそれぞれについて行われる、

[3A] 第 $i$ 段サーバの下流に第 $(i+1)$ 段サーバが存在する場合に、第 $i$ ストリームデータを複数個に分割して複数個の断片ファイルデータとする処理、[3B] 前記処理[3A]において分割された複数個の断片ファイルデータのそれぞれの先頭部分データと残り部分データに分割する処理、[3C] 前記処理[3B]

において分割された複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを第 $(i+1)$ 段サーバに送信する処理、及び、[3D] 第 $(i+1)$ 段サーバが、受信した複数個の断片ファイルデータの先頭部分データを、複数個の第 $(i+1)$ ストリームデータとして蓄積する処理を含み、前記処理[3B]において、第 $i$ ストリームデータを分割して得られた複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのクライアントによる再生時間をそれぞれ $P_{iH1}, P_{iH2}, \dots, P_{iHn}$ とし、第 $i$ ストリームデータを分割して得られた複数個の断片ファイルデータの残り部分データを第 $i$ 段サーバから第 $(i+1)$ 段サーバまで転送するのに要する時間をそれぞれ $T_{iT1}, T_{iT2}, \dots, T_{iTn}$ とした場合に、 $P_{iH1} \geq T_{iT1}, P_{iH2} \geq T_{iT2}, \dots, P_{iHn} \geq T_{iTn}$ を満たすことを特徴としている。

【0009】また、クライアントから第 $j$ （ $j$ は2以上 $m$ 以下の整数）段サーバに第1ストリームデータの通常再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第1ストリームデータを配信する通常再生工程を有し、前記通常再生工程が、[4A] 第 $j$ 段サーバが、自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データのうち時間的に最先の断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信する処理、[4B] 第 $j$ 段サーバが、第 $(j-1)$ 段以上の上流サーバに、複数個の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取る処理、及び、[4C] 前記処理[4A]に続いて、第 $j$ 段サーバが、複数個の断片ファイルデータの残り部分データと、第 $j$ 段サーバが自らが保持している複数個の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第1ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むことができる。



【0010】さらに、クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに第 1 ストリームデータの指定位置からの再生開始要求であるジャンプ再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する第 1 の特殊再生工程を有し、前記第 1 の特殊再生工程が、【5A】 第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データのうち前記指定位置に時間的に最も近い断片ファイルデータを選択して、この選択された断片ファイルデータの先頭部分データを要求元クライアントに配信する処理、【5B】 第  $j$  段サーバが、第  $(j-1)$  段以上の上流サーバに前記選択された断片ファイルデータの残り部分データ及び前記選択された断片ファイルデータより時間的に後の断片ファイルデータの残り部分データを要求して受け取る処理、及び、【5C】 前記処理【5A】に続いて、第  $j$  段サーバが、受け取った断片ファイルデータの残り部分データと、第  $j$  段サーバが自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データとを、第 1 ストリームデータの時系列に従った順に要求元クライアントに配信する処理を含むことができる。

【0011】さらにまた、クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに早送り再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する第 2 の特殊再生工程を有し、前記第 2 の特殊再生工程が、第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に先のものから順に要求元クライアントに配信する処理を含むことができる。

【0012】また、クライアントから第  $j$  ( $j$  は 2 以上  $m$  以下の整数) 段サーバに早戻し再生用配信要求があったときに、要求元クライアントに第 1 ストリームデータを配信する第 3 の特殊再生工程を有し、前記第 3 の特殊再生工程が、第  $j$  段サーバが、自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データを時間的に後のものから時間の流れの逆順に要求元クライアントに配信する処理を含むことができる。

【0013】さらにまた、【8A】 クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、【8B】 この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、【8C】 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、【8D】 前記処理【8B】及び【8C】を上流にサーバがなくなるまで繰り返し、【8E】 いずれかのサーバが持つ利用頻度が、自身が持っている閾値に達したときに、閾値に達した該当ストリームデータに関して、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない部分のデータを下流サーバに蓄積させることもできる。

【0014】また、前記処理【8E】と並行して、前記一つ下流の以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることもできる。

【0015】また、【10A】 クライアントからの配信要求に応じてサーバが要求元クライアントにストリームデータの配信を行ったときには、配信を行ったサーバは該当ストリームデータの利用頻度を逐次上流サーバに通知し、【10B】 この上流サーバは通知された利用頻度に基づいて自身が持つ該当ストリームデータの利用頻度を更新し、【10C】 更新された利用頻度はさらに上流のサーバに通知され、【10D】 前記処理【10B】及び【10C】を上流にサーバがなくなるまで繰り返し、【10E】 それぞれのサーバが複数の閾値と、これら複数の閾値のそれぞれに対応する複数の断片ファイルデータ情報を持っており、前記上流サーバが持つ利用頻度が、前記上流サーバが予め持っている複数の閾値のいずれかに達するたびに、上流サーバにはあるが、下流サーバにはない断片ファイルデータを、到達した閾値により決定される量だけ下流サーバに蓄積させることもできる。

【0016】また、前記処理【10E】と並行して、前記一つ下流のサーバ以外の他のサーバにも該当ストリームデータを蓄積させることもできる。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】〈1〉第 1 の実施形態

##### 〈1-1〉第 1 の実施形態の構成

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信方法を実施するためのシステム）を概略的に示す構成図である。

【0018】図 1 に示されるように、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムは、配信用の全てのコンテンツデータ（動画データや音声データ等のようなストリームデータを含む。）を蓄積しているルートサーバ（Root Server）10 と、ルートサーバ 10 とクライアント（Client）30 との間に階層的に配置された複数のキャッシュサーバ（Cache Server）20 とを有する。クライアント 30 は、コンテンツを閲覧するユーザ端末、例えば、パーソナルコンピュータである。ルートサーバ 10、キャッシュサーバ 20、及びクライアント 30 は、ネットワークにより接続されている。キャッシュサーバ 20 は、ルートサーバ 10 が持つコンテンツデータをキャッシュ（蓄積）し、クライアント 30 に配信する。なお、以下の説明において、ルートサーバ 10 及びキャッシュサーバ 20 を総称して、「サーバ」と言う。また、図 1 においては、ルートサーバ 10 が 1 台の場合を図示しているが、ルートサーバ 10 の台数は複数台であってもよい。さらに、図 1 においては、キャッシュサーバ 20 が上流側（ルートサーバ 10 に近い側）と下流側（クライアン

ト 30 に近い側) の 2 段の階層を構成する場合を図示しているが、階層数は 1 段以上であれば何段であってもよい。さらにまた、図 1 においては、1 台のサーバがその下流の 2 台のサーバに接続されている構成を図示しているが、下流サーバの台数は 1 台又は 3 台以上であってもよい。

【0019】図 2 は、第 1 の実施形態におけるサーバを概略的に示す構成図である。

【0020】図 2 に示されるように、キャッシュサーバ 20 は、コンテンツデータを蓄積する蓄積装置 21 と、この蓄積装置 21 に蓄積される蓄積データを管理する蓄積管理装置 22 とを有する。また、ルートサーバ 10 もキャッシュサーバ 20 と同様に、コンテンツデータを蓄積する蓄積装置 11 と、この蓄積装置 11 に蓄積される蓄積データを管理する蓄積管理装置 12 とを有する。ただし、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 の容量を、ルートサーバ 10 の蓄積装置 11 の容量より小さくできる。また、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 の容量を、下流のキャッシュサーバほど、小さくできる。

【0021】〈1-2〉第 1 の実施形態の動作

図 3 は、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムの各サーバにおけるストリームデータの分散配置動作(蓄積工程)を示すフローチャートである。

【0022】図 3 に示されるように、各サーバ 10 又は 20 は、新規のストリームデータを受信すると(ステップ 101)、サーバの蓄積装置 11 又は 21 に保存し(ステップ 102)、下流サーバの有無を判断し(ステップ 103)、下流サーバが存在すれば受信したストリームデータをこの下流サーバに送信済か否かを判断する(ステップ 104)。ここで、送信済でなければ、サーバの蓄積管理装置 12 又は 22 は、後述する所定の処理方法に従ってストリームデータを先頭部分データと残り部分データとに分割して先頭部分データを下流サーバに送信する(ステップ 105)。各サーバ 10 及び 20 が、図 3 に示される処理を実行することによって、ストリームデータの一部(先頭部分データ)が、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 に分散配置(即ち、キャッシュ)される。

【0023】図 4 は、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示す説明図である。

【0024】図 4 に示されるように、ルートサーバ 10 はストリームデータ(例えば、動画データ) S を蓄積している。次に、ルートサーバ 10 は、蓄積管理装置 12 による所定の処理方法に従って、蓄積されたストリームデータ S を、先頭部分データ  $S_H$  と、残り部分データ

(即ち、後方部分データ)  $S_T$  に分割し、先頭部分データ  $S_H$  を下流のキャッシュサーバ 20 に送信する。ストリームデータ S を、先頭部分データ  $S_H$  と残り部分データ  $S_T$  に分割する処理は、次のように実施される。クライアント 30 によりストリームデータ S の先頭部分データ  $S_H$  を再生した場合の再生時間を  $P_H$  とし、ルートサーバ 10 から下流のキャッシュサーバ 20 にストリームデータ S の残り部分データ  $S_T$  を転送する(キャッシュさせる)のに必要な時間を  $T_T$  とした場合に、 $P_H \geq T_T$  が成立するようにストリームデータ S を先頭部分データ  $S_H$  と残り部分データ  $S_T$  に分割する。サーバは、再生時間  $P_H$  を、データの圧縮方式、データの大きさ等に基づいて求める。また、サーバは、転送に必要な時間  $T_T$  を、データの大きさ、サーバの転送能力、サーバを繋ぐネットワークの伝送容量等の各種要因に基づいて求める。このようにストリームデータ S を分割し、ストリームデータ S の先頭部分データ  $S_H$  をキャッシュサーバ 20 に蓄積すれば、キャッシュサーバ 20 から先頭部分データ  $S_H$  をクライアント 30 に送信し、クライアント 30 により先頭部分データ  $S_H$  の画像を再生している間に、ルートサーバ 10 からキャッシュサーバ 20 にストリームデータ S の残り部分データ  $S_T$  を送信することができる。

【0025】ルートサーバ 10 からストリームデータ S の先頭部分データ  $S_H$  を受け取ったキャッシュサーバ 20 の蓄積管理装置 22 は、そのデータを自身が持つ蓄積装置 21 に蓄積する。ここで、ストリームデータ S の先頭部分データ  $S_H$  を受け取ったキャッシュサーバ 20 よりさらに下流に他のキャッシュサーバが存在する場合には、上流から受信したストリームデータ S の先頭部分データ  $S_H$  を、ルートサーバ 10 による分散配置動作と同様の手法により、先頭部分データ  $S_{HH}$  と残り部分データ  $S_{HT}$  に分割し、その先頭部分データ  $S_{HH}$  をさらに下流のキャッシュサーバに送信する。

【0026】各キャッシュサーバ 20 は、自分自身よりも下流に他のキャッシュサーバが存在しなくなるまで、同様の手法により、蓄積したストリームデータを分割して下流のキャッシュサーバに分散配置する動作を繰り返す。以上の分散配置動作により、各キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 内にはルートサーバ 10 の持つストリームデータ S の一部分だけが配置される。ネットワークの転送速度にも依存するが、キャッシュサーバ 20 に保存されるデータ量はルートサーバ 10 のそれに比べ数分の 1 ～数十分の 1 にすることができる。また、キャッシュサーバ 20 の階層が深いほど保存されるデータ量は小さくなる。

【0027】図 5 は、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの配信動作を示すフローチャートである。

【0028】図 5 に示されるように、クライアント 30

は一番近い位置にあるキャッシュサーバ 20 に対し閲覧したいストリームデータを要求する（ステップ 111）。要求を受けたキャッシュサーバ 20 は、自身の蓄積装置 21 に該当ストリームデータの先頭部分データが蓄積されているか否かを判断し（ステップ 112）、蓄積されていれば要求元クライアントに即座に先頭部分データを送信し（ステップ 114）、蓄積されていなければ上流サーバから先頭部分データを取得してから（ステップ 113）データを送信する（ステップ 114）。先頭部分データの送信と並行して、ストリームデータの残り部分データが要求を受けたキャッシュサーバ 20 自身の蓄積装置 21 にあるか否かを判断し（ステップ 115）、残り部分データがなければ上流サーバから残り部分データを取得して（ステップ 116）、要求元クライアントに送信する（ステップ 117）。これらの処理を、要求されたデータを要求元クライアントに送信完了するまで繰り返す。

【0029】図 6 は、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（ルートサーバから 1 台のキャッシュサーバを経由してクライアントにストリームデータを配信するシステム）におけるストリームデータの配信動作を示す説明図である。図 6 の蓄積・配信システムは、本発明の理解を容易にするために簡略化されたシステムである。

【0030】図 6 に示されるように、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、クライアント 30 からの配信要求待ちの状態においては、ルートサーバ 10 がストリームデータ S を蓄積し、キャッシュサーバ 20 がストリームデータ S の先頭部分データ S<sub>H</sub> を蓄積している（分散配置後の欄）。クライアント 30 からの要求があると、キャッシュサーバ 20 は、クライアント 30 に対して先頭部分データ S<sub>H</sub> の配信を開始し、ルートサーバ 10 から残り部分データ S<sub>T</sub> の入手を開始する（配信開始時の欄）。クライアント 30 において先頭部分データ S<sub>H</sub> の再生が終了したときには、ルートサーバ 10 からキャッシュサーバ 20 への残り部分データ S<sub>T</sub> の送信が完了しており、クライアント 30 に対する配信は、ストリームデータ S の残り部分データ S<sub>T</sub> の配信に切り替わる（配信中（S<sub>H</sub> 配信終了時）の欄）。その後、ストリームデータ S の残り部分データ S<sub>T</sub> の配信が終了する（配信終了時の欄）。なお、図 6 の例においては、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置に蓄積される先頭部分データ S<sub>H</sub> のデータ量は、少なくともルートサーバ 10 からの残り部分データ S<sub>T</sub> の転送時間の間は、再生し続けることができるデータ量としている。このように、要求元クライアント 30 へのストリームデータ S の配信を要求後即座に開始でき、かつ、途切れることなく実行できる。

【0031】図 7 は、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（ルートサーバから 2 台の

キャッシュサーバを経由してクライアントにストリームデータを配信するシステム）におけるストリームデータの配信動作を示す説明図である。図 7 の蓄積・配信システムは、本発明の理解を容易にするために簡略化されたシステムである。

【0032】図 7 に示されるように、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、クライアントからの配信要求待ちの状態においては、ルートサーバ 10 がストリームデータ S を蓄積し、キャッシュサーバ 20 はストリームデータ S の先頭部分データ S<sub>H</sub> を蓄積し、その下流のキャッシュサーバ 20 はデータ S<sub>H</sub> の先頭部分データ S<sub>HH</sub> を蓄積している（分散配置後の欄）。クライアント 30 からの要求により配信を開始したときには、下流のキャッシュサーバ 20 は、要求元クライアント 30 に対して先頭部分データ S<sub>HH</sub> の配信を開始すると共に、上流のキャッシュサーバ 20 から残り部分データ S<sub>HT</sub> の入手を開始する（配信開始時の欄）。また、上流のキャッシュサーバ 20 は、ルートサーバ 10 からデータ S<sub>T</sub> の入手を開始すると共に、下流のキャッシュサーバ 20 に対してデータ S<sub>T</sub> の送信を開始する（配信開始時の欄）。先頭部分データ S<sub>HH</sub> の再生が終了した時点では、下流のキャッシュサーバ 20 に残り部分データ S<sub>HT</sub> の転送が完了しており、クライアント 30 に対する配信は、残り部分データ S<sub>HT</sub> の配信に切り替わる（配信中（S<sub>HH</sub> 配信終了時）の欄）。残り部分データ S<sub>HT</sub> の再生が終了した時点では、下流のキャッシュサーバ 20 に残り部分データ S<sub>T</sub> の転送が完了しており、クライアント 30 に対する配信は、残り部分データ S<sub>T</sub> の配信に切り替わる（配信中（S<sub>HT</sub> 配信終了時）の欄）。その後、残り部分データ S<sub>T</sub> の配信が終了する（配信終了時の欄）。なお、キャッシュサーバが 3 段以上の階層構造の場合のデータ転送方法も同様に行われる。なお、図 7 の例においても、下流のキャッシュサーバ 20 の蓄積装置に蓄積される先頭部分データ S<sub>HH</sub> のデータ量は、少なくとも上流のキャッシュサーバ 20 からの残り部分データ S<sub>HT</sub> の転送時間の間は、再生し続けることができるデータ量としている。また、先頭部分データ S<sub>H</sub> のデータ量（即ち、データ S<sub>HH</sub> とデータ S<sub>HT</sub> のデータ量の合計）は、ルートサーバ 10 の残り部分データ S<sub>T</sub> をキャッシュサーバ 20 に転送するのに要する間は、再生し続けることができるデータ量としている。このように、クライアント 30 へのストリームデータ S の配信を要求後即座に開始でき、かつ、途切れることなく実行できる。

【0033】〈1-3〉第 1 の実施形態の効果  
以上に説明した第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法においては、キャッシュサーバ 20 がストリームデータ S の先頭部分データ（又は、分割された先頭部分データを 1 本のストリームデータとみなした場合の先頭部分データ）のみを蓄

積しているだけであるので、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 の記憶容量を小さくしてもよく、蓄積・配信システムに要する設備コストを抑制することができる。

【0034】また、クライアント 30 が要求するストリームデータの先頭部分データがクライアントに一番近いキャッシュサーバ 20 にキャッシュされているため、クライアント 30 からの配信要求が送信されてから再生開始までの時間を大幅に短縮できる。

【0035】さらに、キャッシュサーバ 20 の蓄積装置 21 に蓄積される先頭部分データのデータ量を、少なくとも上流サーバからの転送時間の間は、再生し続けることができるデータ量としているので、クライアント 30 へのストリームデータの配信を途切れることなく実行できる。

#### 【0036】〈2〉第 2 の実施形態

第 1 の実施形態においては、蓄積装置の蓄積容量が小さいキャッシュサーバを用いて、ほとんど（又は全て）のストリームデータに対して高速に再生を開始できるストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法について説明した。しかし、第 1 の実施形態においては、特殊再生（早送り、巻き戻し、ジャンプ等）を考慮していない。つまり、第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムは、ストリームデータの先頭部分データをクライアントに送信している間に、残り部分データを上流サーバから入手する方法であるため、クライアントが早送り再生やジャンプ再生といった要求を出した場合に、キャッシュサーバ 20 は、その要求に即座に対応できない（即ち、上流サーバからのストリームデータの残り部分データの転送が間に合わない）。第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法は、クライアントからの特殊再生用配信要求に対して即座に回答可能としたものである。

#### 【0037】〈2-1〉第 2 の実施形態の構成

図 8 は、第 2 の実施形態におけるサーバを概略的に示す構成図である。第 2 の実施形態のネットワーク構成は図 1 と同様であるが、その中に含まれるサーバは、図 8 に示すように、第 1 の実施形態のものとは異なる構成を持っている。

【0038】図 8 に示されるように、キャッシュサーバ 40 は、コンテンツデータを蓄積する蓄積装置 41 と、この蓄積装置 41 に蓄積される蓄積データを管理する蓄積管理装置 42 と、ストリームデータを断片ファイルデータに分割するストリーム分割装置 43 とを有する。また、第 2 の実施形態においては、ルートサーバ 10 もキャッシュサーバ 40 と同様に、蓄積装置 11 と、蓄積管理装置 12 と、ストリーム分割装置 13 とを有している。ただし、第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、キャッシュサーバ 40 の蓄積装置 41 の容量を、ルートサーバ 10 の蓄積装置

11 の容量より小さくできる。また、第 2 の実施形態に係る蓄積・配信システムにおいては、キャッシュサーバ 40 の蓄積装置 41 の容量を、下流のキャッシュサーバほど、小さくできる。

#### 【0039】〈2-2〉第 2 の実施形態の動作

図 9 は、第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時（蓄積工程）の動作を示すフローチャートチャートである。また、図 10 は、第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示す説明図である。

【0040】各サーバ 10 又は 40 は、新規のストリームデータを受信すると（ステップ 201）、サーバの蓄積装置 11 又は 41 に保存し（ステップ 202）、下流サーバの有無を判断し（ステップ 203）、下流サーバが存在すれば受信したストリームデータをこの下流サーバに送信済か否かを判断する（ステップ 204）。ここで、送信済でなければ、サーバのストリーム分散装置 13 又は 43 は、ストリームデータ  $S$  を  $n$  個（ $n$  は、2 以上の整数）の断片ファイルデータにし（ステップ 205）、断片ファイルデータ  $S_1, S_2, \dots, S_n$  を所定の処理方法（第 1 の実施形態における処理方法と同様）に従って分割し（ステップ 206）て、断片ファイルデータ  $S_1, S_2, \dots, S_n$  の先頭部分データ  $S_{1H}, S_{2H}, \dots, S_{nH}$  を下流サーバに送信する（ステップ 207）。各サーバが、図 9 及び図 10 に示される処理を実行することによって、ストリームデータ  $S$  の  $n$  個の断片ファイルデータ  $S_1, S_2, \dots, S_n$  の各先頭部分データ  $S_{1H}, S_{2H}, \dots, S_{nH}$  が、キャッシュサーバ 40 の蓄積装置 41 に分散配置（即ち、キャッシュ）される。

【0041】なお、サーバの蓄積管理装置 42 は、第 1 の実施形態の場合と同様に、断片ファイルデータ  $S_k$ （ $k=1, 2, \dots, n$ ）を 1 本のストリームデータとみなして断片ファイルデータ  $S_k$  を先頭部分データ  $S_{kH}$  と残り部分データ（後方部分データ） $S_{kT}$  に分割する。また、先頭部分データ  $S_{kH}$  のクライアント 30 における再生時間を  $P_{kH}$  とし、先頭部分データ  $S_k$  を下流のサーバに転送する（キャッシュさせる）のに必要な時間を  $T_{kT}$  で表すとき、 $P_{kH} \geq T_{kT}$  が成立するように各断片ファイルデータ  $S_k$  を先頭部分データ  $S_{kH}$  と残り部分データ  $S_{kT}$  に分割する。

【0042】以上の処理により、キャッシュサーバ 40 の蓄積装置 41 内にはルートサーバ 10 の持つストリームデータ  $S$  の一部分（各断片ファイルデータの先頭部分データ）だけが配置される。キャッシュサーバ 40 に保存されるデータ量は第 1 の実施形態と同じであり、ルートサーバ 10 のそれに比べ非常に小さい。

【0043】次に、第 2 の実施形態によるストリームデータの配信動作を説明する。なお、通常再生時の動作は

第1の実施形態の場合と同様に、各断片ファイルデータ  $S_k$  の先頭部分データ  $S_{kH}$  を再生している間に、キャッシュサーバが上流から残り部分データ  $S_{kT}$  を入手する。断片ファイルデータ  $S_k$  の先頭部分データ  $S_{kH}$  の再生に続いて、サーバが、複数の断片ファイルデータの残り部分データと、サーバが自らが保持している複数の断片ファイルデータの先頭部分データとを、ストリームデータ  $S$  の時系列に従った順に要求元クライアント 30 に配信する。第2の実施形態における通常再生動作は、既に説明した第1の実施形態の動作と同様である。

【0044】図11は、第2の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおける特殊再生時におけるストリームデータの配信動作を示すフローチャートである。

【0045】図11に示されるように、クライアント 30 は一番近い位置にあるキャッシュサーバ 40 に対し特殊再生を要求する（ステップ 211）。特殊再生の要求を受けたキャッシュサーバ 40 の蓄積管理装置 42 は、その時点で通常再生用配信動作を停止し、クライアント 30 の要求に従って以下の処理を実行する。

【0046】種別判定において指定位置から再生を開始するジャンプ再生用配信要求があった場合（ステップ 212）、キャッシュサーバ 40 の蓄積管理装置 42 は、要求されたストリームデータ  $S$  上の指定位置（ジャンプ先）に時間的に最も近いストリームデータの断片ファイルデータ  $S_k$  の先頭部分データ  $S_{kH}$  をクライアント 30 に送信し（ステップ 213）、その位置を起点に通常再生動作を実行する（ステップ 214）。通常再生動作は、先頭部分データ  $S_{kH}$  を再生している間に残り部分データ  $S_{kT}$  を上流サーバから入手する方法によって行われる。

【0047】種別判定において高速再生用配信要求又は高速逆再生（巻戻し）用配信要求があった場合（ステップ 212）、キャッシュサーバ 40 の蓄積管理装置 42 は、現在送信しているストリームデータ  $S$  の断片ファイルデータ  $S_k$  の次の断片ファイルデータ  $S_{k+1}$ （高速巻戻し再生の場合には、一つ前の断片ファイルデータ  $S_{k-1}$ ）の先頭部分データを蓄積装置内から順次取り出し（ステップ 215）、クライアント 30 に送信し（ステップ 216）、このステップを高速再生等の指示が継続する限り維持する（ステップ 217）。

【0048】〈2-3〉第2の実施形態の効果

以上に説明した第2の実施形態のストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法によれば、第1の実施形態の場合の効果に加え、ルートサーバ 10、キャッシュサーバ 30 にリソースを追加することなく、ユーザに対し特殊再生（早送り再生、巻戻し再生、ジャンプ再生等）を待ち時間なく提供できる。

【0049】また、ストリームデータ  $S$  を断片ファイルデータ  $S_k$  に分割する場合の分割数は、各サーバに必要

な蓄積装置の容量や、各サーバ間の通信量等に影響を与えず、第1の実施形態と全く同じであるので、1の実施形態と同じコストで実現可能である。

【0050】〈3〉第3の実施形態

第1又は第2の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（及び蓄積・配信方法）は、事前にストリームデータを先頭部分データと残り部分データに分割してキャッシュサーバに先頭部分データを分散配置しておくことにより、ユーザは動画データ等を配信要求後に迅速に再生開始でき、かつ、再生が途中で中断することのないスムーズな再生を可能とする。第3の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（及び蓄積・配信方法）は、第1又は第2の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（及び蓄積・配信方法）の改良である。改良点は、ストリームデータが利用（クライアントに配信）される頻度（利用頻度）に応じて動的にストリームデータの配置（どのキャッシュサーバにどれだけのデータを蓄積させておくか）を変化させる機能を有する点である。第3の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、利用頻度が高いストリームデータ  $S$  ほど、クライアント（ユーザ）に近い位置にあるキャッシュサーバに配置することにより、末端のキャッシュサーバ（即ち、クライアントに近いキャッシュサーバ）におけるキャッシュヒット率を上げ、バックボーンネットワークへの通信量を軽減している。なお、以下の説明において、上流サーバの利用頻度がある閾値に達したときに、上流サーバが、自身が蓄積するストリームデータを下流サーバにキャッシュさせることを「プッシュする」と表現する。

【0051】〈3-1〉第3の実施形態の構成

第3の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（第3の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信方法を実施するためのシステム）の構成は、図1に示すとおりである。第3の実施形態におけるサーバは、図12に示されるように、第1及び第2の実施形態のものとは異なる構成を持つ。第3の実施形態におけるサーバ 50 は、図12に示されるように、コンテンツデータを蓄積する蓄積装置 51、その蓄積データを管理する蓄積管理装置 52、ストリームデータを分割するストリーム分割装置 53 に加え、キャッシュデータの利用頻度（ヒット率）を管理する利用頻度管理装置 54 をその内部に持っている。また、ルートサーバ 10 も、キャッシュサーバ 50 と同様の構成を持っている。第3の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、第1又は第2の実施形態と同様の手法でルートサーバ 10 のストリームデータ  $S$  が下流のキャッシュサーバ 50 に分散配置（即ち、キャッシュ）される。

【0052】〈3-2〉第3の実施形態の動作

キャッシュサーバ 50 の利用頻度管理装置 54 は自身の蓄積装置 51 内にある該当ストリームデータの利用頻度

(時間あたりの送信回数)を記録しており、その値を逐次上流サーバの利用頻度管理装置 54 (又は 14) に通知する。下流のサーバから該当ストリームデータの利用頻度情報を得た上流のサーバは、その値を自身が持つ利用頻度情報に加算し、さらに上流のサーバがある場合はその値を逐次上流サーバの利用頻度管理装置 54 に通知する。ここで、あるサーバにストリームデータがあり、その利用頻度を  $F_s$  とすると、このサーバは利用頻度  $F_s$  の値に従って以下の動作を行う。サーバはある閾値  $T_s$  を用意し、 $F_s > T_s$  となったときに、サーバは下流サーバの蓄積管理装置に対して利用頻度  $F_s$  が閾値  $T_s$  を越えたことを通知する。

【0053】利用頻度  $F_s$  が閾値  $T_s$  を越えたことの通知を受信した下流サーバは、自身の蓄積装置内に該当ストリームデータが蓄積されているかどうかを確認し、該当ストリームデータの全てが蓄積されていない場合には、上流サーバに対して該当ストリームデータのうちの持っていない部分をプッシュするよう要求する。この要求を受けた上流サーバは、要求されたデータを下流サーバにプッシュする。上流サーバからストリームデータを受け取った下流サーバは自身の蓄積装置内にそのデータを保存(キャッシュ)する。なお、ストリームデータの利用頻度に対する閾値の値は、変更可能である。

【0054】図 13 は、第 3 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置動作を示すフローチャートである。

【0055】図 13 に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに(ステップ 301)、下流サーバからプッシュの要求があると(ステップ 302)、サーバは該当ストリームデータを下流サーバに送信する(ステップ 303)。

【0056】また、図 13 に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに(ステップ 301)、下流サーバから利用頻度通知があると(ステップ 302)、通知を受けたサーバの利用頻度管理装置 54 は自身の蓄積装置 51 内にある該当ストリームデータの利用頻度を更新(複数の下流サーバがある場合には、上流サーバは複数の下流サーバから通知された利用頻度を加算して自己の利用頻度として記録)し(ステップ 304)、通知を受けたサーバの利用頻度  $F_s$  が閾値  $T_s$  に達したときに(ステップ 305)、下流サーバに閾値交差を通知する(ステップ 306)。

【0057】また、図 13 に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに(ステップ 301)、上流サーバから閾値交差の通知があると(ステップ 302)、通知を受けた下流サーバは該当ストリームデータを蓄積済か否かを判断し(ステップ 307)、蓄積済でなければ上流サーバにプッシュ要求をして上流サーバが蓄積するストリームデータを取得し(ステップ 308)、このストリームデータを蓄積する(ステップ 30

9)。

【0058】なお、下流サーバの蓄積装置に、上流サーバから送信されて来るデータを保存する空き容量がない場合には、下流サーバは事前に蓄積装置内にあるストリームデータを削除しておく必要がある。削除するストリームデータの選定方法は、例えば、利用頻度が低い順に削除するストリームを選定する、保存した時刻が古い順に削除するストリームデータを選定する、最後に利用された時刻が古い順に削除する等の方法があるが、削除方法はこれらに限定されない。また、第 3 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムは、「多くのユーザは同時期に同一タイトルを閲覧する傾向がある

(例えば、人気のある映像コンテンツに対し配信要求が集中する傾向がある。)」という仮定が成立する場合に、効果が期待できる。

【0059】〈3-3〉第 3 実施形態の効果

以上に説明した第 3 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法によれば、利用頻度が高いストリームデータほどクライアント 30 に近い位置にあるキャッシュサーバにプッシュされることになり、非常に効率のよい(即ち、キャッシュサーバにおけるキャッシュヒット率が高い)ストリームデータの配置となる。このため、クライアントからの配信要求に対して迅速に配信を開始でき、かつ、途切れることのない安定した配信を提供できる。

【0060】また、キャッシュサーバにおけるキャッシュヒット率が高く、バックボーンネットワークへの通信量を軽減できる。

【0061】さらに、ある特定の地区(例えば、東京地区に配置されたキャッシュサーバ)において人気の高かったストリームデータを、今後利用頻度の増加が予想される他の地区のキャッシュサーバ(例えば、大阪地区に配置されたキャッシュサーバ)にプッシュしておくということも可能である。即ち、上流サーバの利用頻度が高い場合に、その下流サーバにストリームデータをプッシュするだけではなく、全く離れた位置にある他のサーバに対し、何らかの共通要素(例えば、大都市部という共通要素や、英語圏という共通要素や、同じ国であるという共通要素、これらの組み合わせ、並びに、これら及び他の共通要素の組み合わせ等)に基づいて選ばれた他のサーバに対してプッシュすることも可能である。なお、第 3 の実施形態において、上記以外の点は、上記第 1 及び第 2 の実施形態と同じである。

【0062】〈4〉第 4 の実施形態

〈4-1〉第 4 の実施形態の構成

第 3 の実施形態では「利用頻度に応じて動的にストリームデータの配置を変化させる機能」について説明した。その中で、各サーバは該当ストリームデータの利用頻度を集計し、その値に従って下流サーバに配置(キャッシュ)するストリームデータを選定している。



【0063】しかし、第3の実施形態においては、上流サーバにあるストリームデータを下流のサーバに送信する（キャッシュさせる）場合、例えば、映画などのストリームデータを下流にある複数のサーバに送信すると場合に、通信回線に与える負荷は無視できないものとなる。この対策としてマルチキャストやユニキャストといった通信方法を用いて通信量の総和を抑える手法も考えられるが、巨大なファイルを短時間で送信しなければならないという要求は依然として存在する。また、サーバがキャッシュしているファイルを、「利用頻度が低い順に削除する」又は「最後に利用された時刻が古いストリームデータの順に削除する」といった削除方法を採用すると、十分な記憶容量を確保できないキャッシュサーバにおいてはストリームデータの削除と再キャッシュが頻発するおそれがある。

【0064】そのため、第3の実施形態においてはプッシュ（又は削除）するデータの単位が「ストリーム単位」であったが、第4の実施形態においては利用頻度に応じたデータ量の段階的なストリームデータのプッシュ及び削除を実現することとした。

【0065】第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムは、図1と同様であるが、その中に含まれるサーバは、図14に示されるように、第1から第3までの実施形態のものとは異なる構成を持つ。

【0066】図14に示されるように、第4の実施形態におけるサーバは、コンテンツデータを蓄積する蓄積装置61、その蓄積データを管理する分割蓄積管理装置62、ストリームデータを分割するストリーム分割装置63、キャッシュデータの利用頻度を管理する利用頻度管理装置64に加え、下流サーバにプッシュするデータ量を管理するプッシュ量管理装置65をその内部に持っている。また、ルートサーバ10も、キャッシュサーバ60と同様の構成を持っている。第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、第2の実施形態と同様の手法でルートサーバ10のストリームデータSが下流のキャッシュサーバに分散配置（即ち、キャッシュ）されている。

【0067】（4-2）第4の実施形態の動作

以上のような構成において、第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおいては、第2の実施形態と同様の手法で、ルートサーバのストリームデータが下流のキャッシュサーバに分散配置（キャッシュ）されており、第3の実施形態と同様の手法で、該当ストリームデータの利用頻度が逐次上流サーバの利用頻度管理装置に通知されている。

【0068】ここで、あるサーバにストリームデータがあり、その利用頻度を $F_s$ と表す。第3の実施形態と同様に、このサーバでは、ある閾値 $T_s$ を用意するが、第4の実施形態においては、これに加えて、 $F_s$ を引数とする単調増加関数 $f(F_s)$ を用意する。なお、単調増

加関数 $f(F_s)$ は、あらゆる引数 $F_s$ に対して

$$0 = f(0) \leq f(F_s) \leq f(T_s) = 1$$

が成立する関数とする。即ち、単調増加関数 $f(F_s)$ は、0以上1以下の値を取り、利用頻度 $F_s$ が0のときに値0となり、利用頻度 $F_s$ が最大の閾値 $T_s$ に達したときに値1となる単調増加関数である。

【0069】各サーバは単調増加関数 $f(F_s)$ の値に従い以下の動作を行う。

【0070】サーバは、単調増加関数 $f(F_s)$ の値がある閾値（閾値は、例えば、0.1, 0.2, 0.3, ..., 1.0というように複数用意する。）を越える度に、下流サーバの蓄積管理装置に対して、単調増加関数 $f(F_s)$ の値を通知する。

【0071】単調増加関数 $f(F_s)$ の値を受信した下流サーバは、自身の蓄積装置内に該当ストリームデータが蓄積されているか否かを確認し、該当ストリームデータの全てが蓄積されていない場合は、上流サーバに、持っていないデータをプッシュするよう要求する。ただし、このとき、下流サーバのプッシュ量管理装置65は該当ストリームデータの全データを要求するのではなく、単調増加関数 $f(F_s)$ の値に応じたデータ量を上流サーバに要求する。例えば、該当ストリームデータの総データ量を $WS$ とし、下流サーバに既に蓄積されているデータ量を $WC$ としたときに、下流サーバが上流サーバに配信を要求するデータ量 $WR$ は、 $WR = WS \times f(F_s) - WC$ により得られる。ただし、配信を要求するデータ量 $WR$ は、 $WS \times f(F_s) - WC$ に完全に一致させる必要はなく、これに近い量としてもよい。

【0072】要求するデータの単位は、例えば、該当ストリームデータを均等に分割した断片ファイルデータであり、この場合には、下流に配信される断片ファイルデータが等間隔になるようにすることが望ましい。

【0073】以上の処理内容の具体例で示すと以下のようになる。上流サーバから $f(F_s) = 0.5$ が通知されたとする。このとき、自身の蓄積装置内に該当ストリームデータが30%分蓄積されていたとすると、上流サーバに対して $f(F_s) - 30\% = 0.5 - 0.3 = 0.2$ （＝20%）分のストリームデータの断片ファイルデータ（既に持っているデータを除く）を要求する。

なお、ストリームデータの断片ファイルデータが時間系列の順に $S_1, S_2, \dots$ で表わされる場合には、要求するストリームデータの断片ファイルデータはできるだけ等間隔となるように（例えば、5個の断片ファイルデータを飛ばすように断片ファイルデータ $S_1, S_6, S_{11}, \dots, S_k, S_{k+5}, \dots$ となるように）調節する。

【0074】上記したように上流サーバは、要求された該当ストリームデータの断片ファイルデータを、利用頻度に応じたデータ量だけ下流サーバにプッシュする。

【0075】上流サーバからストリームデータの断片フ

ファイルデータを受け取った下流サーバは、自身の蓄積装置内に、その断片ファイルデータを保存（キャッシュ）する。

【0076】図15は、第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置動作を示すフローチャートである。

【0077】図15に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに（ステップ401）、下流サーバからプッシュの要求があると（ステップ402）、サーバは該当ストリームデータを下流サーバに送信する（ステップ403）。

【0078】また、図15に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに（ステップ401）、下流サーバから利用頻度通知があると（ステップ402）、通知を受けたサーバの利用頻度管理装置64は自身の蓄積装置61内にある該当ストリームデータの利用頻度を更新（下流サーバが複数ある場合には、上流サーバは複数の下流サーバから通知された利用頻度を加算して自己の利用頻度として記録）し（ステップ404）、通知を受けたサーバの利用頻度 $F_s$ に基づく単調増加関数 $f$

（ $F_s$ ）が複数の閾値のいずれかに達する度に（ステップ405）、下流サーバに閾値交差を通知する（ステップ406）。

【0079】また、図15に示されるように、サーバが要求の受信待ちにあるときに（ステップ401）、上流サーバから閾値交差の通知があると（ステップ402）、通知を受けた下流サーバは該当ストリームデータを蓄積済みか否かを判断し（ステップ407）、蓄積済でなければ上流サーバにプッシュ要求をする該当ストリームデータの断片ファイルデータの列（断片列）を閾値に基づいて選定し（ステップ408）、下流サーバが断片列を取得し（ステップ409）、該当ストリームデータの断片列を蓄積する（ステップ410）。

【0080】なお、下流サーバの蓄積装置に上流サーバから送信されて来るデータを保存する空き容量がない場合、下流サーバは事前に蓄積装置内にあるストリームデータを削除しておく必要がある。削除するストリームデータの選定方法としては、第3の実施形態で挙げた方法以外に、最も利用頻度が低い順にストリームデータの断片を削除する方法がある。ただし、削除するストリーム断片の量は利用頻度に応じて決定する。また、保存した時刻が古い順に削除するストリームデータの断片を削除する方法もある。ただし、削除するストリーム断片の量は利用頻度に応じて決定する。さらに、最後に利用された時刻が古い順に削除するストリームデータの断片を選定する方法もある。どの方法を選択するかは運用上の問題であり、また、他の方法を選択することもできる。

【0081】（4-3）第4の実施形態の効果  
以上に説明した第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム及び蓄積・配信方法によれば、利

用頻度に応じて段階的にストリームデータがプッシュ（及び削除）されることにより、一時期に大量のデータがプッシュされるような方式に比べネットワークに対する負荷が軽減できる。また、容量の小さいキャッシュサーバであってもデータの移動（プッシュや削除）が断片単位であるため、削除と再キャッシュが頻発するような事態を回避することができる。

【0082】なお、第4の実施形態において、上記以外の点は、上記第2及び第3の実施形態と同じである。

【0083】

【発明の効果】以上に説明したように、請求項1から22までの発明によれば、下流サーバがストリームデータの先頭部分データのみを蓄積しているだけであるので、下流サーバの記憶容量を小さくしてもよく、蓄積・配信システムに要する設備コストを抑制することができる。また、クライアントが要求するストリームデータの先頭部分データがクライアントに一番近いサーバにキャッシュされているので、クライアントからの配信要求が送信されてから再生開始までの時間を大幅に短縮できる。さらに、下流サーバに蓄積される先頭部分データのデータ量を、少なくとも上流サーバからの転送時間の間は、再生し続けることができるデータ量としているので、クライアントへのストリームデータの配信を途切れることなく実行できる。

【0084】また、請求項3から11まで、及び、請求項14から22までの発明によれば、早送り再生、巻戻し再生、ジャンプ再生等の特殊再生を待ち時間なく提供できる。

【0085】さらに、請求項8から11まで、及び請求項19から22までの発明によれば、利用頻度が高いストリームデータほどクライアントに近い位置にあるサーバにプッシュされることになり、非常に効率のよい（即ち、キャッシュサーバでのキャッシュヒット率が高い）ストリームデータの配置となる。このため、サーバにおけるキャッシュヒット率が高く、バックボーンネットワークへの通信量を軽減できる。

【0086】さらにまた、請求項10、11、21、及び22の発明によれば、利用頻度に応じて段階的にストリームデータがプッシュ（及び削除）されることにより、ネットワークに対する負荷が軽減できる。また、データの移動（プッシュや削除）が断片単位であるため、削除と再キャッシュが頻発するような事態を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1から第4の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムを概略的に示す構成図である。

【図2】 第1の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるサーバを概略的に示す構成図である。



【図 3】 第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示すフローチャートチャートである。

【図 4】 第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示す説明図である。

【図 5】 第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの配信時の動作を示す説明図である。

【図 6】 第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（ルートサーバの下流のキャッシュサーバが 1 段であるシステム）におけるストリームデータの配信動作を示す説明図である。

【図 7】 第 1 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システム（ルートサーバの下流のキャッシュサーバが 2 段であるシステム）におけるストリームデータの配信動作を示す説明図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるサーバを概略的に示す構成図である。

【図 9】 第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示すフローチャートチャートである。

【図 10】 第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるストリームデータの分散配置時の動作を示す説明図である。

【図 11】 第 2 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおける特殊再生時の動作を示すフローチャートチャートである。

【図 12】 本発明の第 3 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるサーバを概略的に

示す構成図である。

【図 13】 第 3 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおける利用頻度によるストリームデータの配置の変更動作を示すフローチャートチャートである。

【図 14】 本発明の第 4 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおけるサーバを概略的に示す構成図である。

【図 15】 第 4 の実施形態に係るストリームデータの蓄積・配信システムにおける利用頻度によるストリームデータの配置の変更動作を示すフローチャートチャートである。

#### 【符号の説明】

10 ルートサーバ

20, 40, 50, 60 キャッシュサーバ

21, 41, 51, 61 蓄積装置

22, 42, 52, 62 蓄積管理装置

30 クライアント

43, 63 ストリーム分割装置

20 54, 64 利用頻度管理装置

65 プッシュ量管理装置

S ストリームデータ

S<sub>H</sub> ストリームデータの先頭部分データ

S<sub>T</sub> ストリームデータの残り部分データ

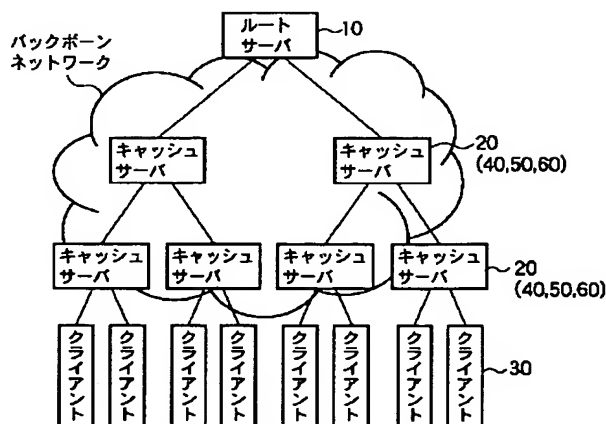
S<sub>HH</sub> データ S<sub>H</sub> の先頭部分データ

S<sub>HT</sub> データ S<sub>H</sub> の残り部分データ

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, ..., S<sub>n</sub> ストリームデータの断片ファイルデータ

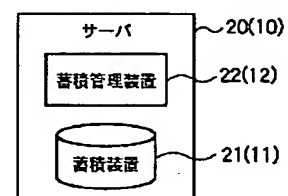
30 S<sub>1H</sub>, S<sub>2H</sub>, ..., S<sub>nH</sub> 断片ファイルデータの先頭部分データ

【図 1】



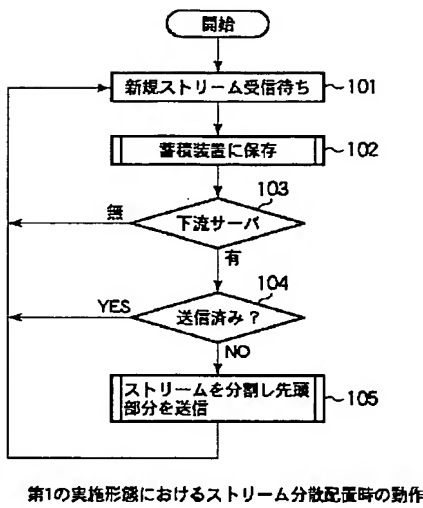
第1～第4の実施形態のネットワーク構成

【図 2】

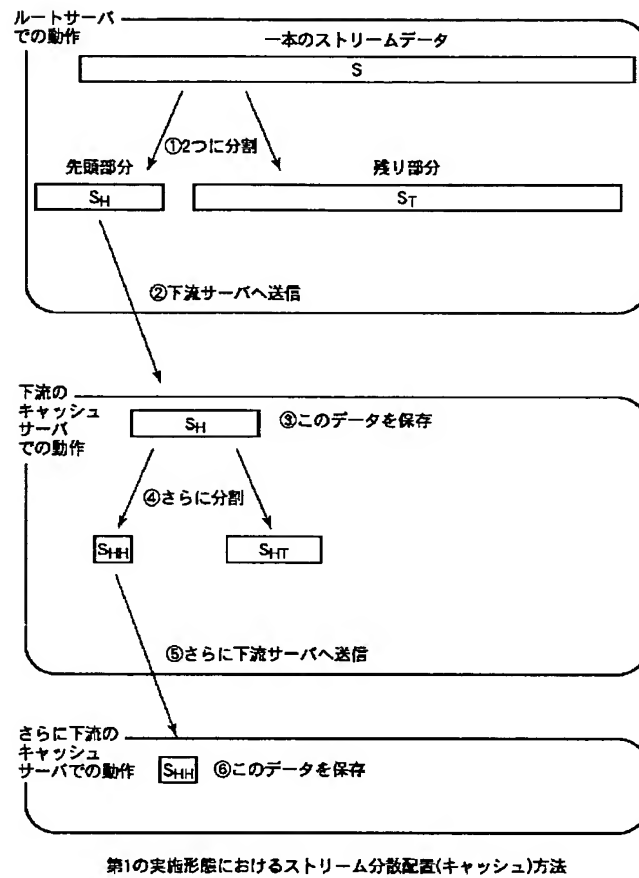


第1の実施形態におけるサーバ

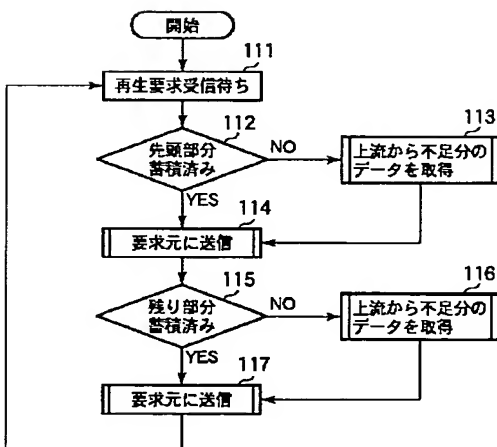
【図3】



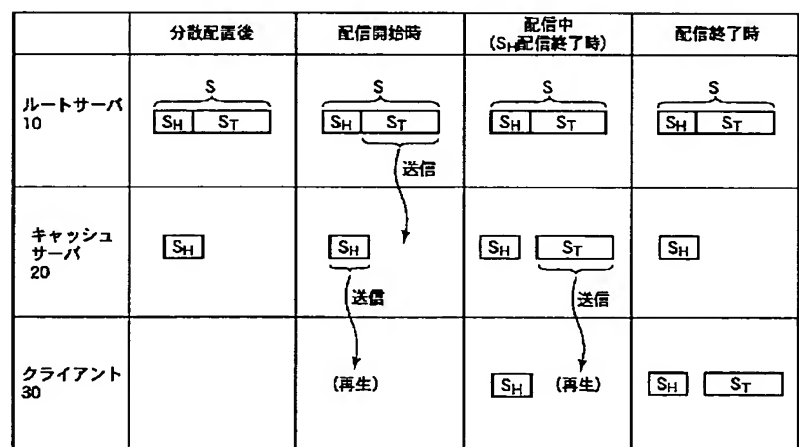
【図4】



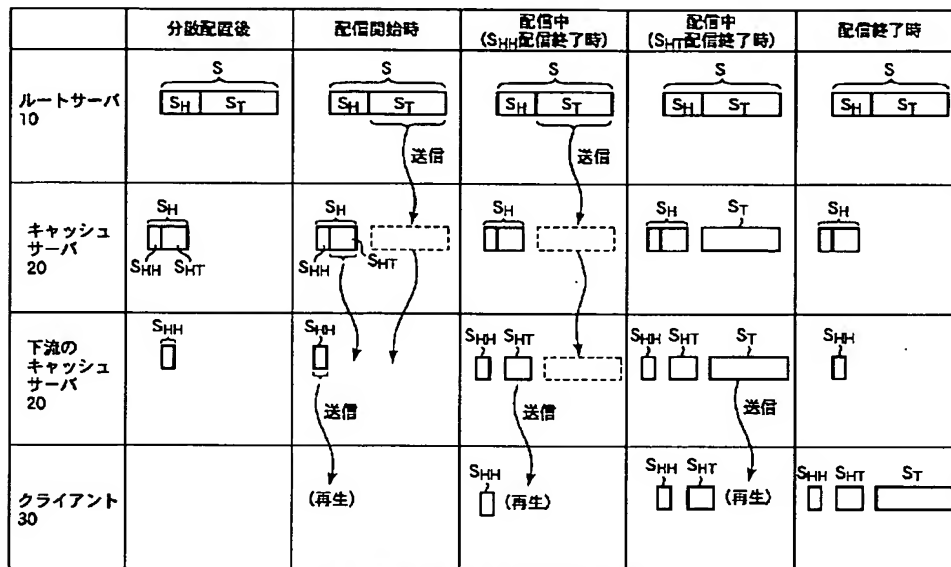
【図5】



【図6】

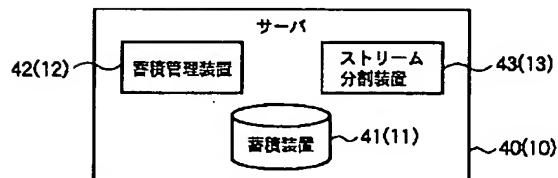


【図 7】



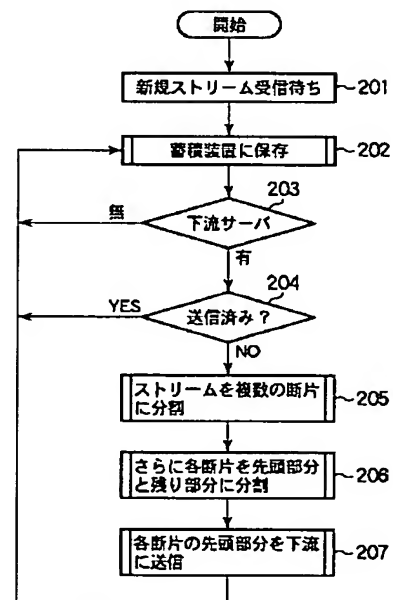
第1の実施形態における配信動作の他の例

【図 8】



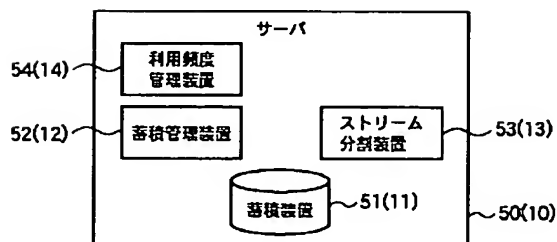
第2の実施形態におけるサーバ

【図 9】



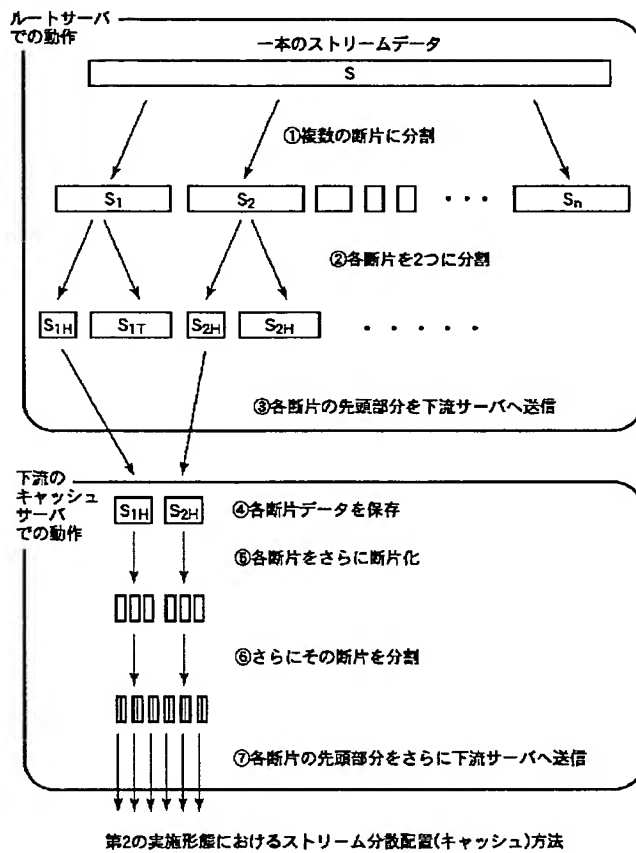
第2の実施形態におけるストリーム分散配置の動作

【図 12】

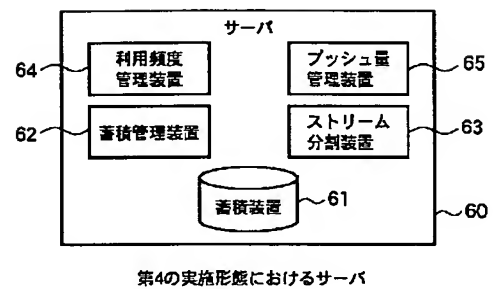


第3の実施形態におけるサーバ

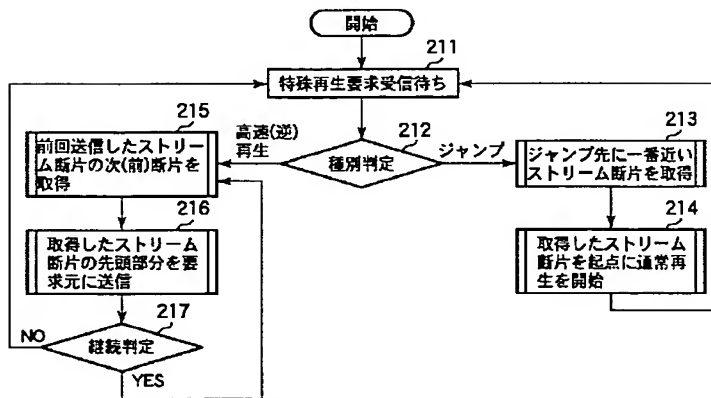
【図 10】



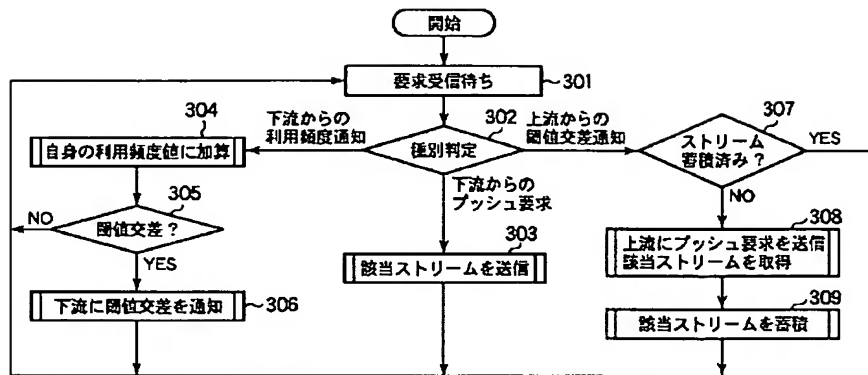
【図 14】



【図 11】

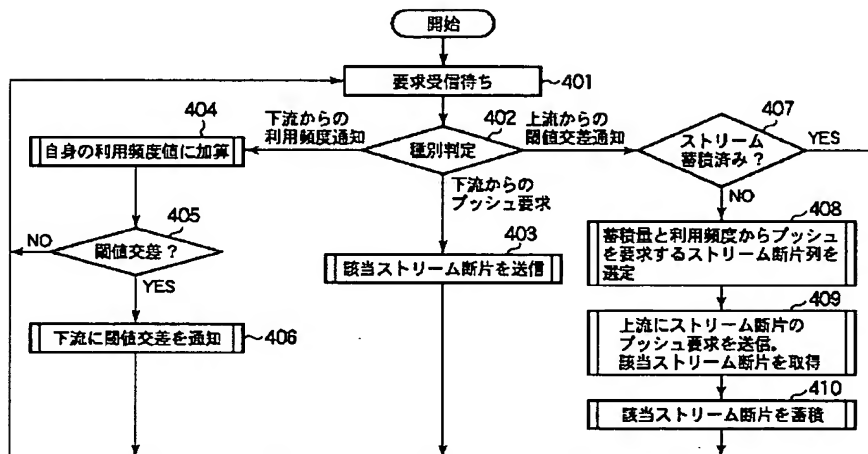


【図 13】



第3の実施形態における利用頻度によるストリーム配置の変更動作

【図 15】



第4の実施形態における利用頻度によるストリーム配置の変更動作

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**